

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 9 月 30 日 (30.09.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/084339 A1

- (51) 国際特許分類: H01P 5/10, H03H 7/42
 (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/003340
 (22) 国際出願日: 2003 年 3 月 19 日 (19.03.2003)
 (25) 国際出願の言語: 日本語
 (26) 国際公開の言語: 日本語
 (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ワイケーシー (YKC CORPORATION) [JP/JP]; 〒208-0023 東京都武蔵村山市伊奈平 1 丁目 32 番地 3 Tokyo (JP).
 (72) 発明者; および
 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 斎藤 昭 (SAITOU, Akira) [JP/JP]; 〒208-0023 東京都武蔵村山

市伊奈平 1 丁目 32 番地 3 株式会社ワイケーシー内 Tokyo (JP). 山崎 敏正 (YAMAZAKI, Toshimasa) [JP/JP]; 〒208-0023 東京都武蔵村山市伊奈平 1 丁目 32 番地 3 株式会社ワイケーシー内 Tokyo (JP). 渡部 貢市 (WATANABE, Koichi) [JP/JP]; 〒208-0023 東京都武蔵村山市伊奈平 1 丁目 32 番地 3 株式会社ワイケーシー内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 鈴木 正次, 外 (SUZUKI, Shoji et al.); 〒160-0017 東京都新宿区左門町 16-2 日本生命四谷ビル 6 階 鈴木正次特許事務所 Tokyo (JP).

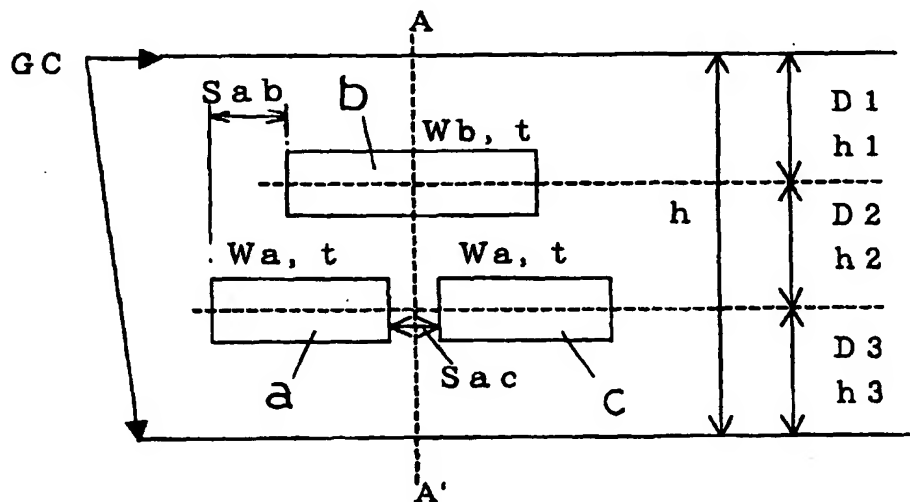
(81) 指定国 (国内): CA, CN, ID, JP, KR, MX, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[続葉有]

(54) Title: BALUN

(54) 発明の名称: バラン



(57) Abstract: A balun in which phase shift is reduced significantly. The balun has three lines, i.e. first line b, second line a and third line c, arranged in parallel with the ground surface. The second line a and the third line c are arranged at the same height from the ground surface GC, longitudinal lengths of the first line b, second line a and third line c are set equal to a quarter of the wavelength at the central frequency in the working band, and the capacitance C_a between the second line a and the ground surface GC is set equal to the capacitance C_{ab} between the second line a and the first line b. Furthermore, the distance h_3 between the centers of the second line a and the third line c in the height direction and the ground surface GC is set longer than the distance h_2 between the center of the first line b in the height direction and the centers of the second line a and the third line c in the height direction, or the permittivity of a dielectric D_3 is set lower than that of a dielectric D_2 .

(57) 要約: 本発明は、位相のずれを大幅に小さくしたバランである。本発明のバランは、接地面に対して平行に配置された第一線路 b、第二線路 a 及び第三線路 c の 3 つの線路を有するバランであつ

[続葉有]



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

て、第二線路a及び第三線路bを接地面GCから同一の高さに配置し、第一線路b、第二線路a及び第三線路cの長手方向の長さをいずれも動作帯域における中心周波数の波長の $1/4$ とし、第二線路aと接地面GC間の静電容量Caを第二線路aと第一線路b間の静電容量Cabと等しくしたものであり、さらに、第二線路a及び第三線路cの高さ方向の中心と第二線路a及び第三線路cに近い方の接地面GCとの距離h3を第一線路bの高さ方向の中心と第二線路a及び第三線路cの高さ方向の中心との距離h2より長くしたもの又は誘電体D3の誘電率が、誘電体D2の誘電率より小さくしたものである。

明 細 書

balan

5 技術分野

この発明は、接地面に対して平行に配置された3つの線路を有する balan に関する。

背景技術

10 近年の無線 LAN、ブルートゥース用の高速 LSI では信号の雑音余裕度をあげるため平衡モードの信号が出力される場合が多い。

一方、無線回路は、一般に非平衡回路が用いられるためこの変換のための balan (平衡非平衡変換回路) が必須となっている。

15 balan は、 $1/4$ 波長線路と $3/4$ 波長線路に分岐することにより構成することができるとができる。

しかし、 $1/4$ 波長線路と $3/4$ 波長線路に分岐すると、線路長が異なるため、中心周波数に対して位相が 180 度にできても帯域内でも周波数がずれると位相のずれが大きくなる。

そこで、本発明は、上記の点に鑑み、位相のずれを大幅に小さくした balan を
20 提供することを目的とするものである。

発明の開示

本発明者は、前記課題を解決すべく、鋭意研究を重ねた結果、平衡回路を構成する3つの線路の線路長を動作帯域における中心周波数の波長の $1/4$ としたこ
25 となどにより、前記従来の問題点を解決することができることを見出し、本発明を完成した。

即ち、本発明の balan は、接地面に対して平行に配置された第一線路、第二線路及び第三線路の3つの線路を有する balan であって、当該第二線路及び当該第三線路を接地面から同一の高さに配置し、当該第一線路、当該第二線路及び当該

第三線路の長手方向の長さをいずれも動作帯域における中心周波数の波長の $1/4$ とし、当該第二線路と接地面間の静電容量を当該第二線路と当該第一線路間の静電容量と等しくしたものである。

本発明においては、当該第二線路及び当該第三線路の高さ方向の中心と当該第二線路及び当該第三線路に近い方の接地面との距離を当該第一線路の高さ方向の中心と当該第二線路及び当該第三線路の高さ方向の中心との距離より長くすることができる。また、その代わりに、当該第二線路及び当該第三線路の高さ方向の中心により形成される平面と当該第二線路及び当該第三線路に近い接地面間における誘電体の誘電率を当該第一線路の高さ方向の中心により形成される平面と当該第二線路及び当該第三線路の高さ方向の中心により形成される平面間における誘電体の誘電率より小さくすることもできる。

さらに、当該第二線路及び当該第三線路の幅方向の長さを等しくし、当該第二線路と当該第三線路を当該第一線路の幅方向の中心によって形成される平面に対して左右対称の位置に配置し、当該第一線路の一端端子を不平衡信号の入力端子として、当該不平衡信号の入力端子を当該第三線路の一端端子と接続し、当該第一線路の他端端子及び当該第二線路の一端端子をそれぞれ接地面に接続し、当該第二線路の他端端子及び当該第三線路の他端端子を平衡信号の出力端子とし、かつ当該不平衡信号の入力端子のインピーダンスと当該平衡信号の出力端子のインピーダンスを以下の関係を満たすようにすることができる。

$$(C_a + C_{ac}) / \epsilon_0 = \epsilon_r^{1/2} \times Z_{air} / (Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}$$

但し、 C_a は当該第二線路と接地面間の静電容量 (C)、 C_{ac} は当該第二線路と当該第三線路間の静電容量 (C)、 ϵ_0 は真空中の誘電率、 ϵ_r は比誘電率、 Z_{air} は真空中の特性インピーダンス (Ω)、 Z_{in} は当該不平衡信号の入力端子のインピーダンス (Ω)、 Z_{out} は当該平衡信号の出力端子のインピーダンス (Ω) である。

第1図は、本発明のバランの一実施例を示す断面図であり、第2図は、本発明のバランの一実施例を示す上面図である。

本発明において、第一線路 b 、第二線路 a 及び第三線路 c の長手方向の長さはいずれも動作帯域における中心周波数の波長の $1/4$ であり、第二線路 a 及び第

三線路 c は、接地面 G C から同一の高さにあり、第二線路 a と接地面 G C 間の静電容量 C_a は、第二線路 a と第一線路 b 間の静電容量 C_{ab} と等しい（以下、「 $C_a = C_{ab}$ 」ということがある。）。

5 本発明のバランにおいては、第二線路 a 及び第三線路 c の高さ方向の中心と第二線路 a 及び第三線路 c に近い方の接地面 G C との距離（以下、「 h_3 」ということがある。）を、第一線路 b の高さ方向の中心と第二線路 a 及び第三線路 c の高さ方向の中心との距離（以下、「 h_2 」ということがある。）より長くする（以下、「 $h_2 < h_3$ 」ということがある。）ことは好ましい。なお、以下の記載において、第一線路 b の高さ方向の中心と第一線路 b に近い接地面 G C との距離
10 を h_1 ということがある。

また、本発明のバランにおいては、 $h_2 < h_3$ とする代わりに、第二線路 a 及び第三線路 c の高さ方向の中心により形成される平面と第二線路 a 及び第三線路 c に近い接地面 G C 間における誘電体（以下、「 D_3 」ということがある。）の誘電率 ϵ_3 を、第一線路 b の高さ方向の中心により形成される平面と第二線路 a
15 及び第三線路 c の高さ方向の中心により形成される平面間における誘電体（以下、「 D_2 」ということがある。）の誘電率 ϵ_2 より小さくする（以下、「 $\epsilon_3 < \epsilon_2$ 」ということがある。）ことも好ましい。なお、以下の記載において、第一線路 b の高さ方向の中心により形成される平面と第一線路 b に近い接地面 G C 間における誘電体を D_1 ということがある。

20 なお、 $h_2 < h_3$ にした本発明のバランは、比誘電率 ϵ_r の誘電体で埋められているため、誘電体 1、誘電体 2 及び誘電体 3 の誘電率はそれぞれ ϵ_r となり、同じである。

以下に、第二線路 a と接地面 G C 間の静電容量 C_a 及び第二線路 a と第一線路 b 間の静電容量 C_{ab} について、デバイスシミュレータを用いた電磁界解析の結果を示す。
25

最初に、 $h_2 = h_3 = 2$ マイクロメートルとし、第二線路 a と第三線路 c の間隔 S_{ac} を変えて、静電容量 C_a と静電容量 C_{ab} の変化を調べた。その結果を第 3 図に示す。

第 3 図から、変化させた間隔 S_{ac} のすべてにおいて $C_a > C_{ab}$ となってお

り、 $C_a = C_{ab}$ は満たさないことがわかる。

従って、以下のいずれかの条件を具備する場合には、少なくとも $C_a = C_{ab}$ を満たすことがわかる。

a) $h_2 < h_3$

- 5 この場合には、間隔 S_{ac} を増加させると、静電容量 C_a の増加量は、静電容量 C_{ab} の増加量より大きくなる。もし、間隔 S_{ac} が狭い場合に $C_a < C_{ab}$ にしておけば、間隔 S_{ac} を順次広げていくと、 $C_a < C_{ab}$ 、 $C_a = C_{ab}$ 、 $C_a > C_{ab}$ と変化するため、 $C_a = C_{ab}$ を満たす間隔 S_{ac} を推定することができるからである。

- 10 なお、 $h_2 = 1.5$ マイクロメートル、 $h_3 = 2$ マイクロメートルとして、間隔 S_{ac} を変えた場合における静電容量 C_a と静電容量 C_{ab} の変化の様子を第4図に示す。第4図から、間隔 S_{ac} が約 10.3 マイクロメートルの場合において、 $C_a = C_{ab}$ を満たすことがわかる。

b) $\epsilon_3 < \epsilon_2$

- 15 この場合には、 $h_2 = h_3$ にしたとしても、 $C_a = C_{ab}$ を満たす間隔 S_{ac} が存在するからである。

なお、 $\epsilon_3 < \epsilon_2$ の場合には、厳密にいうと、等方性媒質ではなくなるが、その影響は小さく、 $h_2 < h_3$ の場合と同様にバランを構成することができる。

- 20 本発明においては、さらに、第二線路aの幅方向の長さ（以下、「 W_a 」ということがある。）が第三線路cの幅方向の長さと同じく、第一線路bの幅方向の長さ（以下、「 W_b 」ということがある。）より短いのが好ましい。第一線路b、第二線路a及び第三線路cの高さ方向の厚み（以下、「 t 」ということがある。）は、いずれも同じにするのが好ましい。

- 25 また、第二線路aと第三線路cは、第一線路bの幅方向の中心によって形成される線及びその延長線に対して左右対称の位置に配置されるのが好ましく、第一線路bの一端端子は、非平衡信号の入力端子となり、さらに、第三線路cの一端端子に接続されるのが好ましく、第一線路bの他端端子及び第二線路aの一端端子は、それぞれ接地面GCと接続されるのが好ましく、第二線路aの他端端子及び第三線路cの他端端子は、平衡信号の出力端子となるのが好ましい。

第二線路 a 及び第三線路 c の幅方向の長さ (W a) と第二線路 a と第三線路 c の幅方向の間隔 (以下、「S a c」ということがある。) は、 $C a = C a b$ という条件の他、以下に示す関係を満たすように適宜選択されるのが好ましい。

$$(C a + C a c) / \epsilon_0 = \epsilon_r^{1/2} \times Z_{air} / (Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}$$

5 但し、 $C a$ は、第二線路 a と接地面 G C 間の静電容量 (C)、 $C a b$ は、第二線路 a と第一路線 b 間の静電容量 (C)、 $C a c$ は、第二線路 a と第三路線 c 間の静電容量 (C)、 ϵ_0 は、真空中の誘電率、 ϵ_r は、比誘電率、 Z_{air} は、真空中の特性インピーダンス (Ω)、 Z_{in} は、不平衡信号の入力端子のインピーダンス (Ω)、 Z_{out} は、平衡信号の出力端子のインピーダンス (Ω) である。

10 以下に、この関係を導き出した過程を示す。なお、通常線路の導体損失及び誘電体の損失は小さいため、損失がないものとする。

動作帯域における中心周波数の波長の $1/4$ を線路長とする第 2 図に示した 3 線路のバランの Y 行列 (6 行 6 列) は以下のように与えられる。

$$15 \quad Y = 1/k u \begin{bmatrix} \omega C, & -\omega C(1-u^2)^{1/2} \\ -\omega C(1-u^2)^{1/2}, & \omega C \end{bmatrix}$$

但し、 ω は周波数、 $u = j \times \tan(k L)$ (k は誘電体中での位相定数、 L は路線長) である。

$$20 \quad C \text{ は 3 線路の } C \text{ 行列で、} C = \begin{bmatrix} C a + C a b + C a c, & -C a b, & -C a c \\ -C a b, & C b + 2 C a b, & -C a b \\ -C a c, & -C a b, & C a + C a b + C a c \end{bmatrix}$$

但し、 $C b$ は第一線路と接地面間の静電容量 (C) である。

線路長 L を動作帯域における中心周波数の波長の $1/4$ にしているので、 $1/u$ は 0 に近似することができ、 $(1-u^2)^{1/2}/u$ は $-j$ に近似することができ

25 る。

従って、Y 行列は、以下のように整理することができる。

$$Y = j \omega / k \begin{bmatrix} 0 & C \\ C & 0 \end{bmatrix}$$

$$Y = j\omega / k_z \begin{pmatrix} 0, & 0, & 0, & Ca+Cab+Cac, & -Cab, & -Cac \\ 0, & 0, & 0, & -Cab, & Cb+2Cab, & -Cab \\ 0, & 0, & 0, & -Cac, & -Cab, & Ca+Cab+Cac \\ Ca+Cab+Cac, & -Cab, & Cac, & 0, & 0, & 0 \\ -Cab, & Cb+2Cab, & -Cab, & 0, & 0, & 0 \\ -Cac, & -Cab, & Ca+Cab+Cac, & 0, & 0, & 0 \end{pmatrix}$$

第2図のように、6つの端子を、それぞれ、u端子、v端子、w端子、x端子、y端子、z端子として、入力端子1 (P_{in1})と第一線路のv端子と第三線路のw端子を電氣的に接続し、第一線路のy端子と第二線路のu端子をそれぞれ接地面に接続し、かつ第二線路のx端子と出力端子2 (P_{out2})、第三線路のz端子と出力端子3 (P_{out3})をそれぞれ電氣的に接続した場合を考える。

この条件下では、以下の等式が成り立つ。

$$\begin{aligned} V_u (u \text{ 端子の電圧}) &= V_y (y \text{ 端子の電圧}) = 0 \\ V_v (v \text{ 端子の電圧}) &= V_w (w \text{ 端子の電圧}) = V_1 (\text{入力端子1の電圧}) \\ J_1 (\text{入力端子1の電流}) &= J_v (\text{端子vの電流}) + J_w (\text{端子wの電流}) \\ V_x (x \text{ 端子の電圧}) &= V_2 (\text{出力端子2の電圧}) \\ J_x (x \text{ 端子の電流}) &= J_2 (\text{出力端子2の電流}) \\ V_z (z \text{ 端子の電圧}) &= V_3 (\text{出力端子3の電圧}) \\ J_z (z \text{ 端子の電流}) &= J_3 (\text{出力端子3の電流}) \end{aligned}$$

従って、以下の式が成り立つ。

$$\begin{pmatrix} J_u \\ J_v \\ J_w \\ J_2 \\ J_y \\ J_3 \end{pmatrix} = j\omega / k_z \begin{pmatrix} 0, & 0, & 0, & Ca+Cab+Cac, & -Cab, & -Cac \\ 0, & 0, & 0, & -Cab, & Cb+2Cab, & -Cab \\ 0, & 0, & 0, & -Cac, & -Cab, & Ca+Cab+Cac \\ Ca+Cab+Cac, & -Cab, & -Cac, & 0, & 0, & 0 \\ -Cab, & Cb+2Cab, & -Cab, & 0, & 0, & 0 \\ -Cac, & -Cab, & Ca+Cab+Cac, & 0, & 0, & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ V_1 \\ V_1 \\ V_2 \\ 0 \\ V_3 \end{pmatrix}$$

$$\begin{matrix} 5 \\ \left(\begin{matrix} J_u \\ J_v \\ J_w \\ J_2 \\ J_y \\ J_3 \end{matrix} \right) \end{matrix} = j\omega / k_z \begin{pmatrix} (C_a + C_{ab} + C_{ac})V_2 - C_{ac}V_3 \\ -C_{ab}V_2 - C_{ab}V_3 \\ -C_{ac}V_2 + (C_a + C_{ab} + C_{ac})V_3 \\ -(C_{ab} + C_{ac})V_1 \\ (C_b + C_{ab})V_1 \\ (C_a + C_{ac})V_1 \end{pmatrix}$$

また、 J_1 （入力端子1の電流）は、以下の関係を有する。

$$J_1 = J_v + J_w$$

$$\begin{matrix} 10 \\ J_1 = j\omega \{ -C_{ab} \times V_2 - C_{ab} \times V_3 - C_{ac} \times V_2 + (C_a + C_{ab} + C_{ac}) V_3 \} / k_z
 \end{matrix}$$

$$J_1 = j\omega \{ -(C_{ab} + C_{ac}) \times V_2 + (C_a + C_{ac}) V_3 \} / k_z$$

従って、3端子のY行列は、以下に示す式として与えられる。

$$\begin{matrix} 15 \\ Y = j\omega / k_z \begin{pmatrix} 0, & -(C_{ab} + C_{ac}), & C_a + C_{ac} \\ -(C_{ab} + C_{ac}), & 0, & 0 \\ C_a + C_{ac}, & 0, & 0 \end{pmatrix}
 \end{matrix}$$

上記のY行列がバランの条件を満たす場合を考える。無損失のバランは、中心

20 対称を考慮すると、以下の条件を満たす。

$$S_{11} = 0$$

$$S_{21} = -S_{31} = 2^{1/2} \times \exp(j\alpha) / 2$$

$$S_{22} - S_{32} = S_{33} - S_{23} = 0$$

無損失なので、以下の式が成り立つ。

$$\begin{matrix} 25 \\ |S_{21}|^2 + |S_{22}|^2 + |S_{23}|^2 = 1
 \end{matrix}$$

$$S_{ij} = S_{ji} \quad i, j = 1, 2, 3$$

よってS行列は、以下ようになる。

$$S = \begin{pmatrix} 0, & 2^{-1/2} \exp(j\alpha), & -2^{-1/2} \exp(j\alpha) \\ 2^{-1/2} \exp(j\alpha), & S_{22}, & S_{22} \\ -2^{-1/2} \exp(j\alpha), & S_{22}, & S_{22} \end{pmatrix}$$

但し、 $|S_{22}|^2 = 1/4$ 、よって $S_{22} = \exp(j\beta)/2$ である。

$$S = \begin{pmatrix} 0, & 2^{-1/2} \exp(j\alpha), & -2^{-1/2} \exp(j\alpha) \\ 2^{-1/2} \exp(j\alpha), & 1/2 \exp(j\beta), & 1/2 \exp(j\beta) \\ -2^{-1/2} \exp(j\alpha), & 1/2 \exp(j\beta), & 1/2 \exp(j\beta) \end{pmatrix}$$

上記は入出力端子がすべて基準インピーダンスの場合における表現であるが、入出力の端子インピーダンスを Z_{in} , $Z_{out}/2$ の場合について上記のS行列をY行列に変換すると、このY行列Ybは以下ようになる。

$$Yb = \begin{pmatrix} Yb_{11}, & Yb_{12}, & Yb_{12} \\ Yb_{12}, & Yb_{22}, & Yb_{23} \\ Yb_{12}, & Yb_{23}, & Yb_{22} \end{pmatrix}$$

但し、 $Yb_{11} = -(1 + \exp(2j\alpha)) / \{Z_{in}(-1 + \exp(2j\alpha))\}$

$Yb_{12} = 2 \exp(j\alpha) / \{(Z_{in} \times Z_{out})^{1/2} (-1 + \exp(2j\alpha))\}$

$Yb_{22} = -2(1 + \exp(j(2\alpha + \beta))) / \{Z_{out}(-1 + \exp(2j\alpha))(1 + \exp(j\beta))\}$

$Yb_{23} = 2(\exp(j2\alpha) + \exp(j\beta)) / \{Z_{out}(-1 + \exp(2j\alpha))(1 + \exp(j\beta))\}$ である。

3端子のY行列は以下の式として与えられた。

$$Y = j\omega / k_z \begin{pmatrix} 0, & -(Cab + Cac), & Ca + Cac \\ -(Cab + Cac), & 0, & 0 \\ Ca + Cac, & 0, & 0 \end{pmatrix}$$

これが入出力の端子インピーダンス Z_{in} , $Z_{out}/2$ のY行列に等しくなるた

めには、 $\exp(2\alpha j) = -1$ 、 $\exp(\beta j) = 1$ である必要がある。 $\alpha = \pi/2$ 、 $\beta = \pi$ とおくと、 Y_b は以下のようにあらわせる。

$$5 \quad Y_b = \begin{bmatrix} 0, & -j/(Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}, & j/(Z_{in} \times Z_{out})^{1/2} \\ -j/(Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}, & 0, & 0 \\ j/(Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}, & 0, & 0 \end{bmatrix}$$

Y と Y_b を比較して以下の式を満たす C 行列の構造を設計すれば balan ができる。

$$10 \quad \omega(C_{ab} + C_{ac}) = k_z / (Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}$$

$$\omega(C_a + C_{ac}) = k_z / (Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}$$

すなわち

$$\omega(C_{ab} + C_{ac}) = \omega(C_a + C_{ac}) = k_z / (Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}$$

従って、必要な条件は以下の2つの式になる。

$$15 \quad C_a = C_{ab}$$

$$v_p(C_a + C_{ac}) = 1 / (Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}$$

比透磁率は通常の金属ではほぼ1なので、 $Z_{air} = (\mu_0 / \epsilon_0)^{1/2} = 120 \pi$ を用いて位相速度 V_p は以下のように表すことができる。

$$v_p = 1 / (\epsilon \mu)^{1/2}$$

$$20 \quad v_p = 1 / (\epsilon_r \epsilon_0 \mu_0)^{1/2}$$

$$v_p = 1 / (\epsilon_0 \times Z_{air} \times \epsilon_r^{1/2})$$

$$\text{従って、} (C_a + C_{ac}) = 1 / v_p (Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}$$

$$(C_a + C_{ac}) = \epsilon_0 \times Z_{air} \times \epsilon_r^{1/2} / (Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}$$

よって、

$$25 \quad (C_a + C_{ac}) / \epsilon_0 = \epsilon_r^{1/2} \times Z_{air} / (Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}$$

本発明においては、balanの入出力インピーダンスが指定されていたとしても、第二線路a及び第三線路cの幅方向の長さ W_a と第二線路aと第三線路cの間隔 S_{ac} を選ぶことにより、所望の入出力インピーダンスのbalanを作製することができる。

第二線路 a 及び第三線路 c の幅方向の長さ W_a を変え、 $C_a = C_{ac}$ の条件を満たす、間隔 S_{ac} 、静電容量 $(C_a + C_{ac})$ 、入出力インピーダンス $(Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}$ の値を第 5 図に示す。なお、第一線路 b の幅方向の長さ W_b は 16 マイクロメートルに固定した。

- 5 第 5 図から、バランの入出力インピーダンスが指定されていたとしても、幅方向の長さ W_a と間隔 S_{ac} を選ぶことにより、所望の入出力インピーダンスのバランを作製することができることが明らかとなった。

なお、本発明のストリップ線路型バランにおいては、縦横比を同じにすれば、絶対寸法は変えても特性は変わらないため、縦横の寸法を伸縮しても、同じ特性

- 10 が得られることはいうまでもない。

図面の簡単な説明

- 第 1 図は、本発明のバランの一例を示す断面図である。図中、a は第二線路、b は第一線路、c は第三線路であり、G C は接地面である。 W_a は第二線路 a 及び第三線路 c の幅方向の長さ、 W_b は第一線路 b の幅方向の長さ、 t は第一線路 b、第二線路 a 及び第三線路 c の高さ方向の厚みである。 S_{ac} は第二線路 a と第三線路 c の幅方向の間隔であり、 S_{ab} は第一線路 b の一端を基準とした場合における第二線路 a の一端の幅方向位置である。なお、 S_{ab} が正であるときは、第二線路の一端が第一線路の一端より外側にある状態となり、 S_{ab} が負であるときは、第二線路の一端が第一線路の一端より内側にある状態となる。第二線路 a と第三線路 c は線 A A' に対して左右対称である。 h は接地面 G C 間の距離、 h_1 は第一線路 b の高さ方向の中心と第一線路 b に近い接地面 G C との距離、 h_2 は第一線路 b の高さ方向の中心と第二線路 a 及び第三線路 c の高さ方向の中心との距離、 h_3 は第二線路 a 及び第三線路 c の高さ方向の中心と第二線路 a 及び第三線路 c に近い方の接地面 G C との距離である。 D_1 は誘電体 1、 D_2 は誘電体 2、 D_3 は誘電体 3 である。

第 2 図は、本発明のバランについての等価回路図の一例を示す上面図である。図中、 P_{in1} は入力端子 1、 P_{out2} は出力端子 2、 P_{out3} は出力端子 3 であり、u、v、w、x、y、z は 6 つの端子である。なお、第一線路 b、第二線路

a 及び第三線路 c についての長手方向の長さはいずれも動作帯域における中心周波数の波長の $1/4$ である。

第 3 図は、 $h_2 = h_3$ における第二線路と第三線路の間隔を変えた場合の静電容量の変化を示すグラフである。

5 第 4 図は、 $h_2 < h_3$ における第二線路と第三線路の間隔を変えた場合の静電容量の変化を示すグラフである。

第 5 図は、第二線路及び第三線路の幅方向の長さを変えた場合の $C_a = C_{ab}$ の条件を満たす、間隔 S_{ab} 、静電容量 ($C_a + C_{ac}$)、入出力インピーダンス ($Z_{in} \times Z_{out}$) $^{1/2}$ についてのそれぞれの値の変化を示すグラフである。

10 第 6 図は、出力端子 2 への透過特性 (S_{21}) 及び出力端子 3 への透過特性 (S_{31}) を示すグラフである。

第 7 図は、入力端子 1 から信号を入れたときの、出力端子 2 と出力端子 3 の間の位相差を示すグラフである。

第 8 図は、入力端子 1 の反射係数 (S_{11}) 及び出力端子 2 及び出力端子 3 に差動振幅を入れたときの反射を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好ましい実施形態を説明するが、本発明はかかる実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載から把握される技術的範囲において種々の態様に変更可能である。

(実施例 1)

第 1 図及び第 2 図に示す構造を採用した、本発明となる 2.45 GHz 帯、入力インピーダンス 50 Ω 、出力インピーダンス 100 Ω のバルンについて、性能の確認実験を行った。

25 ($Z_{in} \times Z_{out}$) $^{1/2} = 70.7 \Omega$ であるため、 $h_2 = 1.5$ マイクロメートル、 $h_3 = 2$ マイクロメートル、 $W_a = 3.35$ マイクロメートル、 $S_{ab} = 0.17$ マイクロメートル、 $S_{ac} = 8.96$ マイクロメートル、 $W_b = 16$ マイクロメートルとした。

線路長は、2.45 GHz で、誘電率 3.6 の場合の $1/4$ 波長に概ね一致す

る15. 5mm程度とした。

なお、実際のプリント基板では、100マイクロメートル程度の寸法になるので、100倍すると $h_2 = 150$ マイクロメートル、 $h_3 = 200$ マイクロメートル、 $W_a = 335$ マイクロメートル、 $S_{ab} = 17$ マイクロメートル、 $S_{ac} = 896$ マイクロメートル、 $W_b = 1600$ マイクロメートルとなる。

電磁界シミュレーションの結果を第6図～第8図に示す。

第6図は、非平衡端子である入力端子1に入力し、平衡端子である出力端子2への透過特性(S_{21})及び平衡端子である出力端子3への透過特性(S_{31})を示すグラフである。第6図より、2.45GHzで振幅がほとんど等しくなっていることがわかる。

第7図は、入力端子1から信号を入れたときの、出力端子2と出力端子3の間の位相差を示すグラフである。第7図より、位相がほぼ180度にできており、位相のずれが大幅に小さくなっていることがわかる。

第8図は、入力端子1の反射係数(S_{11})及び出力端子2及び出力端子3に差動振幅を入れたときの反射($(S_{22} + S_{23} - 2 \times S_{23}) / 2^{3/2}$ 但し、 S_{22} は、出力端子2の反射係数であり、 S_{23} は、出力端子3から出力端子2への透過係数である。)を示すグラフである。第8図より、2.45GHzで25dB以下であり、所望の入出力インピーダンスが得られていることがわかる。

20 産業上の利用可能性

以上のように、本発明にかかる balan は、市販チップ部品相当の性能が得られ、位相のずれを大幅に小さくすることができるため、多層基板内に内蔵される balan として有用であり、多品種製造要求、短納期製造要求に対して対応が取りやすく、抜本的な小型化が要求される部分に適している。

請 求 の 範 囲

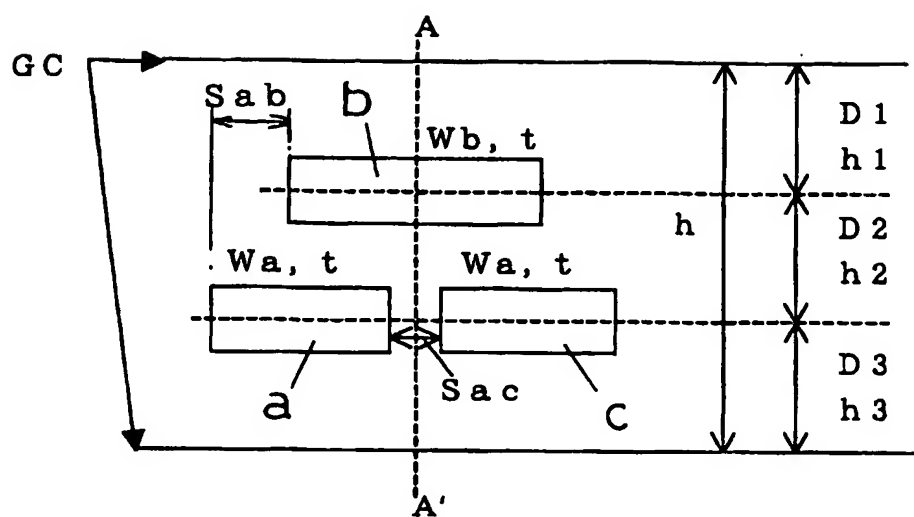
1. 接地面に対して平行に配置された第一線路、第二線路及び第三線路の3つの線路を有するバランであって、当該第二線路及び当該第三線路を接地面から同一の高さに配置し、当該第一線路、当該第二線路及び当該第三線路の長手方向の長さをいずれも動作帯域における中心周波数の波長の $1/4$ とし、当該第二線路と接地面間の静電容量を当該第二線路と当該第一線路間の静電容量と等しくしたことを特徴とするバラン。
2. 当該第二線路及び当該第三線路の高さ方向の中心と当該第二線路及び当該第三線路に近い方の接地面との距離を当該第一線路の高さ方向の中心と当該第二線路及び当該第三線路の高さ方向の中心との距離より長くしたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のバラン。
3. 当該第二線路及び当該第三線路の高さ方向の中心により形成される平面と当該第二線路及び当該第三線路に近い接地面間における誘電体の誘電率を当該第一線路の高さ方向の中心により形成される平面と当該第二線路及び当該第三線路の高さ方向の中心により形成される平面間における誘電体の誘電率より小さくしたことを特徴とする請求の範囲第1項に記載のバラン。
4. 当該第二線路及び当該第三線路の幅方向の長さを等しくし、当該第二線路と当該第三線路を当該第一線路の幅方向の中心によって形成される平面に対して左右対称の位置に配置し、当該第一線路の一端端子を不平衡信号の入力端子として、当該不平衡信号の入力端子を当該第三線路の一端端子と接続し、当該第一線路の他端端子及び当該第二線路の一端端子をそれぞれ接地面と接続し、当該第二線路の他端端子及び当該第三線路の他端端子を平衡信号の出力端子とし、かつ当該不平衡信号の入力端子のインピーダンスと当該平衡信号の出力端子のインピーダンスを以下の関係を満たすようにしたことを特徴とする請求の範囲第1項～第3項のいずれか1つの項に記載のバラン。

$$(C_a + C_{ac}) / \epsilon_0 = \epsilon_r^{1/2} \times Z_{air} / (Z_{in} \times Z_{out})^{1/2}$$

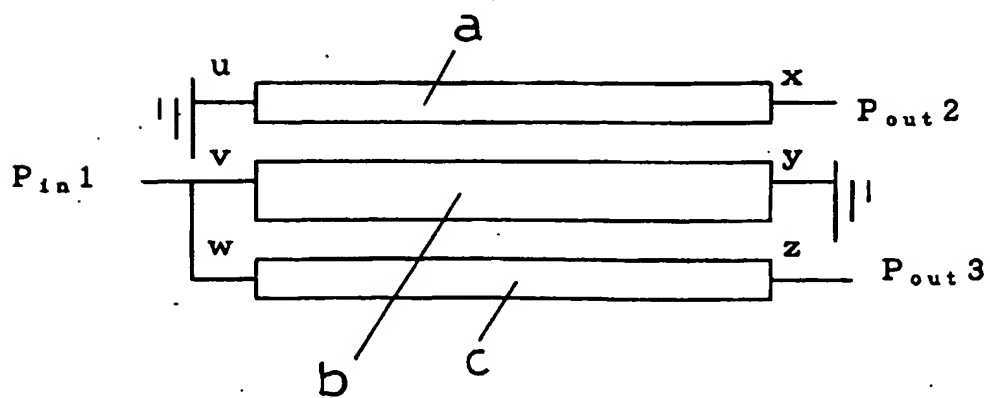
但し、 C_a は当該第二線路と接地面間の静電容量 (C)、 C_{ac} は当該第二線路と当該第三路線間の静電容量 (C)、 ϵ_0 は真空中の誘電率、 ϵ_r は比誘電率、

Z_{air} は真空中の特性インピーダンス (Ω)、 Z_{in} は当該不平衡信号の入力端子のインピーダンス (Ω)、 Z_{out} は当該平衡信号の出力端子のインピーダンス (Ω) である。

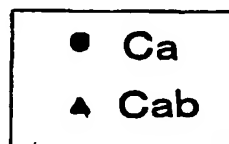
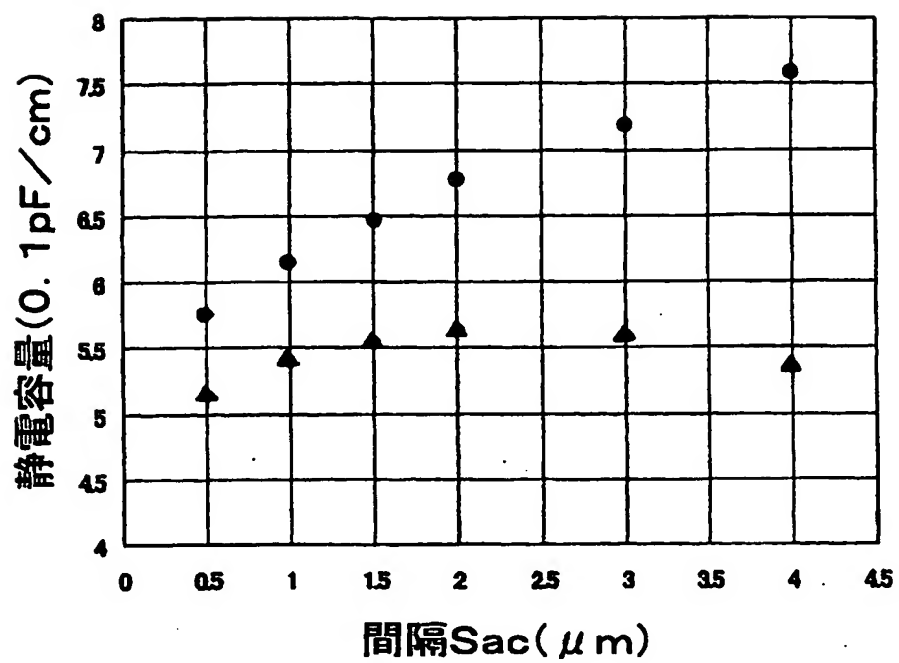
第 1 図



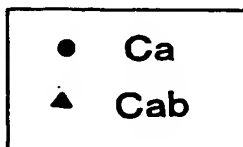
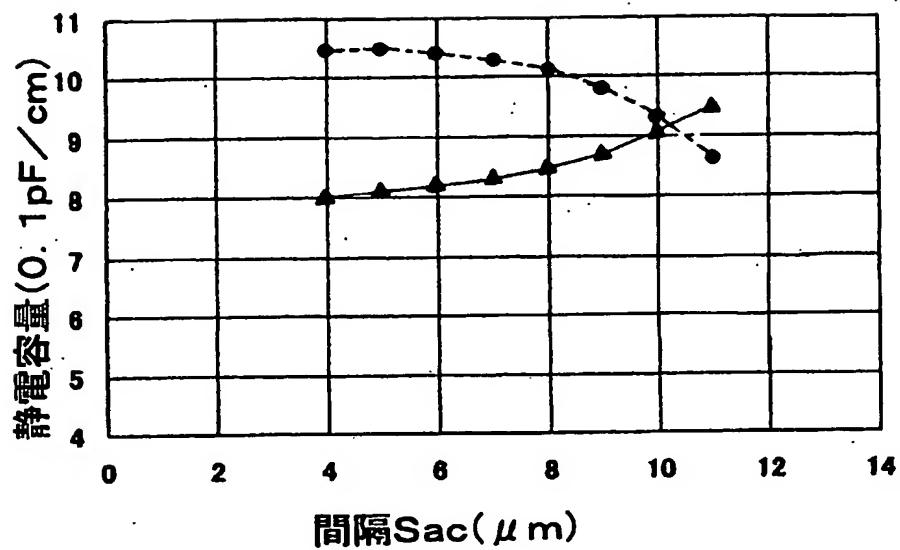
第 2 図



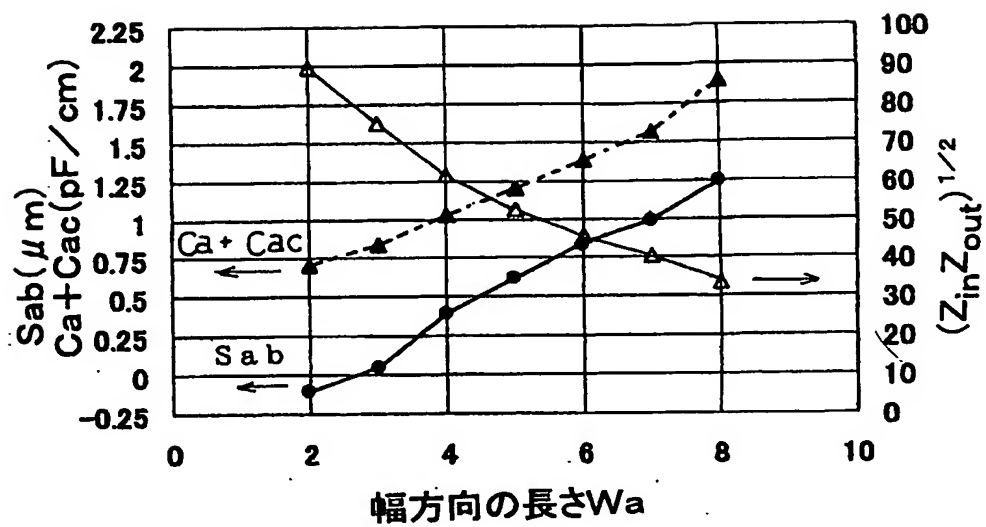
第3図



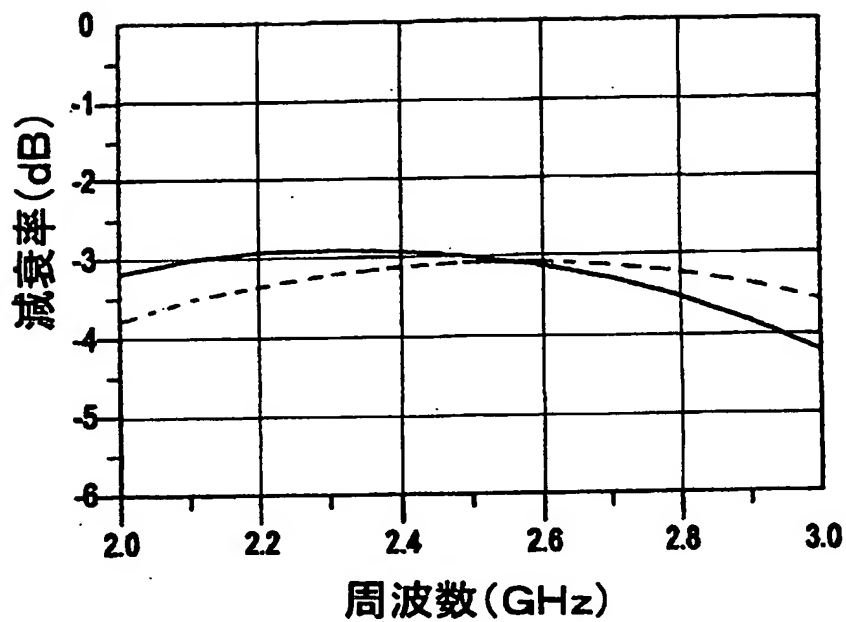
第 4 図



第 5 図

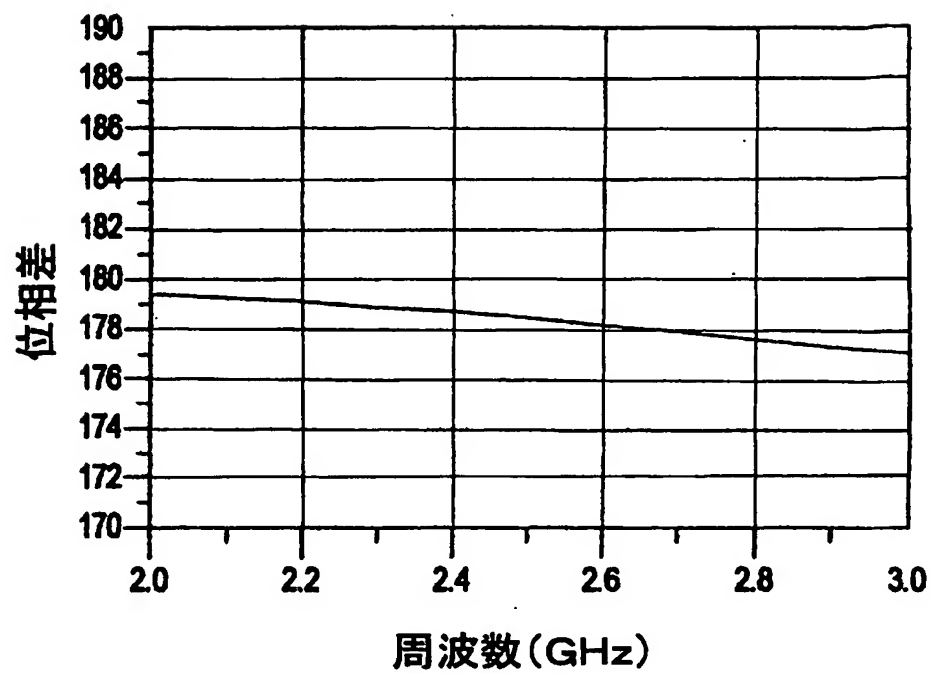


第 6 図

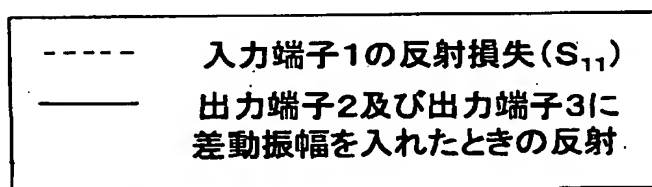
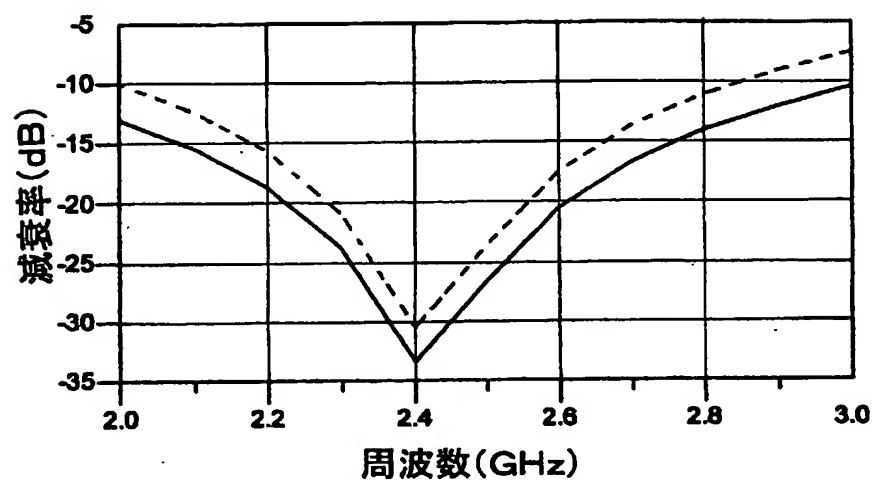


—— 出力端子2への透過特性(S_{21})
----- 出力端子3への透過特性(S_{31})

第 7 図



第 8 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/03340

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01P5/10, H03H7/42

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01P5/10, H03H7/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SU 915140 B (KI POLT I), 23 March, 1982 (23.03.82), Full text; all drawings (Family: none)	1-4
X	JP 10-163715 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 19 June, 1998 (19.06.98), Full text; all drawings & EP 844684 A1	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 July, 2003 (15.07.03)

Date of mailing of the international search report
29 July, 2003 (29.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01P5/10、H03H7/42

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01P5/10、H03H7/42

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1966年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	SU 915140 B (KI POLT I) 1982.03.23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
X	JP 10-163715 A (株式会社村田製作所) 1998.06.19, 全文, 全図 & EP 844684 A1	1-4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.07.03

国際調査報告の発送日

29.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

麻生 哲朗



5T

2953

電話番号 03-3581-1101 内線 3566